# Die Wurzelentwicklung beim Wiesenschwingel

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Mathematisch-Naturwissenschaftlichen
Fakultät der Georg-Augusta-Universität
zu Göttingen

*

Vorgelegt von
Maria Silberkuhl-Schulte

*

Göttingen
1925

Vorgelegt am 1. Februar 1925

Tag der mündlichen Prüfung: 10. März 1925

Referent: Professor Dr. Tornau

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Die Forschungen über die Bewurzelung unserer Kulturpflanzen reichen ziemlich weit zurück, wenn wir bedenken, daß die Landwirtschaftslehre als Wissenschaft kaum 100 Jahre alt ist. Seit mehr denn 50 Jahren bemüht man sich, über das Wurzelleben exakte Vorstellungen zu gewinnen. Schon Charles Darwin [1]) wendet der Frage der Wurzelbildung und Entwicklung seine Aufmerksamkeit zu, und seitdem ist man ununterbrochen an der Arbeit, immer tiefer in die Gesetze der Wurzelentwicklung einzudringen. Daß vornehmlich die Landwirtschaft ein gesteigertes Interesse an diesen Fragen hat, nimmt nicht Wunder, und so kommt es, daß neben Botanikern viele Landwirte auf dem Gebiete der Wurzelforschung sich betätigt haben. Polle [2]) bringt in seiner Arbeit „Ueber den Einfluß verschieden hohen Wassergehaltes, verschiedener Düngung und Festigkeit des Bodens auf die Wurzelentwicklung des Weizens und der Gerste im ersten Vegetationsstadium" eine Übersicht über die einschlägige Literatur, die durch die Angaben von Sinz [3]) und v. Pistohlkors [4]) noch ergänzt wird. Es erübrigt sich also, hierauf noch einmal besonders einzugehen.

Meine Aufgabe ist es, darzutun, wie die Wurzeln des Wiesenschwingels im Jugendalter auf verschieden hohen Wassergehalt des Bodens, auf verschiedene Festigkeit des Bodens und auf verschiedene Düngung reagieren. Ferner, wie sie sich im Laufe der ersten zwölf Vegetationswochen bei verschiedenen Boden verhalten, und schließlich, ob die zu diesem Zweck verwendeten Stämme und Nachkommenschaften des Göttinger Wiesenschwingels charakteristische Unterschiede in ihrem Wurzelvermögen aufweisen. Daß zwischen den Arten derselben Familie die Unterschiede sehr groß sein können, scheint schon Fraas [5]) erwähnenswert. Aber auch innerhalb derselben Art lassen sich noch Unterschiede finden, wie von Seelhorst und Krzymowski [6]) in ihren Untersuchungen verschiedener Sommerweizenvarietäten zeigen. Kroemer [7]) fand Unterschiede in der Bewurzelung von amerikanischen und europäischen Reben und Fischer [8]) bei drei verschiedenen Wiesenschwingelklonen. Es sind dies Klone derselben Stämme, die auch von mir untersucht worden sind. Diese beiden Arbeiten fußen aber auf der Untersuchung nur weniger Pflanzen, was bei der Schwierigkeit der restlosen Wurzelgewinnung leicht

[1]) Charles Darwin, „The Formation of vegetable Mould trough the action of Worms." London 1881.
[2]) Polle, Dissertation 1910, S. 5 ff.
[3]) E. Sinz, „Studien über die Entwicklungsfähigkeit der wichtigsten Wiesengräser im ersten Vegetationsjahre", Dissertation, Göttingen, 1914, S. 23.
[4]) v. Pistohlkors, „Wurzelkenntnis und Pflanzenproduktion", Bonn, 1898, S. 101 ff
[5]) Fraas, „Das Wurzelleben der Kulturpflanzen", Berlin, 1872, S. 3.
[6]) v. Seelhorst und Krzymowski, Journal für Ldw. 1909, S. 115.
[7]) Kroemer, „Beiträge zur Methodik der Wurzeluntersuchungen", Jahresbericht der Agrikulturchemie 1906, S. 214.
[8]) W. Fischer, „Variabilitätsstudien beim Wiesenschwingel." Ein Beitrag zur Gräserzüchtung. Göttingen 1924, Journal f. Ldw.

verständlich ist. Dieser Umstand ist auch wohl ausschlaggebend, daß die Pflanzenzüchter bis jetzt verhältnismäßig geringen Wert auf die Untersuchung der Wurzelentwicklung gelegt haben, wenn nicht die Wurzel selbst, wie bei der Zucker- und Runkelrübe, der Gegenstand der Verbesserung war.

Indirekt wird bei Auswahl der Eliten auch auf diesen Punkt Rücksicht genommen, da zwischen Wurzelentwicklung und Ertrag so innige Beziehungen bestehen, daß man hier von einer Symplasie sprechen kann [1]). Vielleicht wird die Pflanzenzüchtung in absehbarer Zeit der Auslese nach dem Wurzelvermögen mehr Aufmerksamkeit schenken trotz der großen Hindernisse, die dieser Weg für die Praxis bietet. Vielleicht sind die Schwierigkeiten in der Gräserzüchtung nicht einmal so groß, da ja die jungen Graspflanzen in den Zuchtwirtschaften meist einige Male pikiert und verpflanzt werden, und eine Beurteilung der Wurzeln hierbei einigermaßen durchführbar scheint, bis jetzt aber wohl kaum gehandhabt wird [2]) [3]) [4]) [5]). Ich hoffe, daß die vorliegende Arbeit die Frage nach der Verwertungsmöglichkeit der Wurzeln als Auslesemoment klären hilft und so der Pflanzenzüchtung einen Dienst erweist.

## Die Versuchsanstellung.

Die Versuche, die die bereits erwähnten Fragen beantworten sollten, sind mit Göttinger Wiesenschwingel, Stamm 11, 12 und 13 ausgeführt.

Die Klee- und Gräserzüchtung bedeutet Neuland, wie Broili [6]) in einem Aufsatz sagt, und so ist es nicht verwunderlich, wenn die genannte Wiesenschwingelzucht noch recht jungen Datums ist. Im Jahre 1919 wurden zum ersten Male aus einer Reihe von Klonen, die von Handelssaat abstammten, und die bereits in den beiden vorausgehenden Jahren beobachtet waren, besondere Horste ausgewählt, die als Ausgangsmaterial der Zucht dienten. Im Jahre 1921 und 1922 wurden die zweiten Nachkommenschaften gezogen. Aus der Ernte 1921 stammen die von mir benutzten Samen. Es standen mir die Samen von je zwei Pflanzen je Stamm zur Verfügung. In folgender Tabelle sind diese Nachkommenschaften mit ihren wichtigsten Eigenschaften aufgeführt.

---

[1]) Vergl. W. Fischer, „Variabilitätsstudien usw." Journal f. Ldw. 1924, S. 134.

[2]) Vergl. v. Weinzierl, „Meine Gräserzüchtungen", 1914, S. 15 ff.

Desgl. [3]) Zade, „Der Versuch über Klee- und Gräserzüchtungen am Ldw. Institut Jena." Jahrbücher der Ldw., S. 146.

[4]) v. Pistohlkors, „Wurzelkenntnis und Pflanzenproduktion", Bonn, 1898, S. 66.

[5]) Schikorra, „Grundlagen der Pflanzenzüchtung". Dtsche. Ldw. Presse 1914.

[6]) Broili, „Einiges zur Gräserforschung", Fühlings ldw. Ztg. 1914, S 22.

| Stamm | Nachkommenschaft | Gesamtgewicht frisch g | Gesamtgewicht trocken g | Trokkenanteil % | Blattmasse Gewicht g | Blattmasse Anteil % | Feinstenglichkeit-Gewicht von 100 cm Halm. g | Durchschnittl. Halmlänge cm |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 11 | 31/10 | 400 | 143.0 | 35.8 | 38.7 | 27.0 | 0.69 | 92 |
| 11 | 33/12 | 297 | 108.3 | 42.6 | 30.7 | 22.7 | 0.86 | 75 |
| 12 | 38/1 | 222 | 75.6 | 34.0 | 28.7 | 38.0 | 0.51 | 80 |
| 12 | 38/10 | 192 | 83.0 | 43.2 | 23.4 | 28.2 | 0.68 | 86 |
| 13 | 42/13 | 185 | 82.6 | 44.6 | 11.0 | 13.3 | 0.57 | 81 |
| 13 | 43/12 | 255 | 113.9 | 44.7 | 9.5 | 9.2 | 0.65 | 84 |

Die erste Versuchsreihe des ersten Versuchs (I a, b, c, d) wurde am 29. u. 30. Dezember 1922 angesetzt. Je sechzig Tontöpfe von 16,5 cm Höhe und 16,5 cm lichter Weite wurden mit lockerem Leinetallehm, mit festgestampftem Leinetallehm, mit Sand und mit Ziegelgrus gefüllt. Für Sand mußten etwas größere Töpfe genommen werden, sie waren 17 cm hoch und 18 cm weit. Der Lehm war durch ein Sieb von 1 qcm Lochweite gegeben worden, um ihm die nötige lockere Struktur zu geben. Von diesem Lehm wurden zwei Kilogramm je Topf eingefüllt und nicht weiterbehandelt. In sechzig Töpfen wurde dieser gleiche Lehm in Schichten von je 5 cm festgestampft und nur zur Vermeidung allzu starker Verdunstung etwas lockerer Lehm übergestreut, sodaß der Inhalt je Topf 2 Kilogramm ausmachte. Der Sand war mittelfein. Da die Töpfe, die zu seiner Aufnahme bestimmt waren, etwas größer waren, der Sand auch ein höheres spezifisches Gewicht hatte, so mußten in die Sandtöpfe je $3^1/_2$ Kilogramm Sand eingefüllt werden. Der Ziegelgrus war aus Drainröhren hergestellt und wurde wie der Lehm zu je 2 Kilogramm je Topf eingefüllt. Alle Töpfe erhielten eine einmalige Düngung von 10 ccm Tollensscher Lösung, die mit dem 20fachen Volumen verdünnt wurde. Je 10 Töpfe einer jeden Bodenart wurden mit einer Nachkommenschaft bepflanzt. Die Samen waren am 9. Dezember in Sand ausgelegt; die Pflänzchen zeigten beim Verpflanzen alle 2 Blätter. Der Wassergehalt sämtlicher Töpfe betrug 75 % der vollen Kapazität; dieser Zustand wurde anfangs, als es noch kälter war, jeden zweiten Tag, als später die Schwankungen größer wurden, jeden Tag wieder hergestellt. Die Ziegelgrustöpfe waren in den oberen Schichten außerordentlich trocken; die Pflänzchen wollten nicht recht gedeihen, sie erhielten deshalb vom 7. 1. 23 ab eine einmalige Zugabe von 200 ccm Wasser je Topf und wurden auf dieser Höhe gehalten. Es zeigte sich, daß in der Ziegelgrusreihe je eine Pflanze der Nachkommenschaft 31/10; 38/10; 42/13; 43/12 nachgepflanzt werden mußten, was am 4. 1. 23 geschah, ebenso eine Sandpflanze aus der Nachkommenschaft 31/10. Im übrigen entwickelten sich die Pflanzen, die in ungeheizten Räumen am Fenster aufgebaut waren, sehr mäßig. Um den Einfluß des Lichtes auszugleichen, wurden die Töpfe systematisch in der Woche mehrmals umgestellt. Am ersten März wurden die Töpfe,

da sich immer noch wenig Fortschritt zeigte, in ein Warmhaus gebracht. Von diesem Zeitpunkt an war eine deutliche Entwicklung zu bemerken Am 24. März war bei mehr als $^2/_3$ aller Pflanzen das 4. Blatt vorhanden, und die Pflanzen wurden nun vorsichtig mit dünnem Wasserstrahl ausgewaschen, und zwar am 24. März je 2 Töpfe jeder Nachkommenschaft und jeder Bodenart; am 26. März je 3 Töpfe, und ebenso am 27. und 28. März der Rest. Die Pflanzen wurden nach Wurzellänge (wobei nur die Wurzeln erster Ordnung berücksichtigt werden konnten) nach Anzahl der Wurzeln, Wurzelgewicht und Blattgewicht verarbeitet. Bei späteren Auswaschungen wurden noch Halmzahl und Gesamtlänge der Pflanze festgestellt.

Der Versuch wurde am 12. April mit einer zweiten Versuchsreihe (I e, f, g, h, i, k) fortgeführt. Ziegelgrus wurde nicht weiter verwendet, weil er, da er nicht denselben Wassergehalt hatte, als Vergleichsobjekt ungeeignet schien. Es wurden wieder wie vorher je 60 Töpfe mit lockerem, mit festgestampftem Lehm und mit Sand beschickt, sodaß wieder für jede Nachkommenschaft je Bodenart 10 Töpfe zur Verfügung standen. Diesmal waren alle Töpfe gleich groß: 16,5 cm hoch und 16,5 cm weit. Der Wassergehalt wurde auf 75% der vollen Kapazität gehalten Die Düngung war die gleiche wie bei der erten Versuchsreihe. Die Pflänzchen stammten aus Samen, der am 22. März ausgelegt worden war. Die Entwicklung ging infolge der warmen Witterung sehr viel schneller vor sich. Die Pflanzen wurden zur Hälfte (e, f, g) am 16. und 17. Mai ausgewaschen und verarbeitet, zur anderen Hälfte (h, i, k) am 2. Juni.

Am 30. April begann die letzte Versuchsreihe des ersten Versuchs (I m, n, o, p, q). Er war in allem dem vorigen gleichartig, abgesehen von dem Wassergehalt, der bei Sand 35% und bei Lehm 40 % der vollen Kapazität betrug. Die Pflänzchen waren, vom Tage des Auslegens der Samen an gerechnet, nämlich dem 9. April, 21 Tage alt. Zu diesem Versuch wurden die Sandtöpfe des ersten Versuchs, 18 cm hoch, 18 cm weit, genommen; für lockeren und festgestampften Lehm standen kleine Vegetationsgefäße, 20 cm hoch und 25 cm weit, zur Verfügung.

Bei Sand wurden 4 Kilogramm eingewogen, in die größeren Vegetationsgefäße 9 Kilogramm bei lockerem und 10 Kilogramm bei festgestampftem Lehm. Die Düngung wurde wegen der größeren Bodenmenge auf 20 ccm Tollensscher Lösung für Sand und 50 ccm für Lehm festgesetzt. Der Wassergehalt der Lehmgefäße mußte, da der eingefüllte Boden zu naß war, verringert werden. Er betrug am 10. Mai noch 40% und hielt sich auf dieser Höhe. Die Sandtöpfe zeigten diesmal eine schnellere Entwicklung, ihre Auswaschung wurde deshalb vorweg genommen, und zwar wurde die eine Hälfte am 18. Mai (I, n) die andere am 25. Mai (I, q) ausgewaschen und verarbeitet. Die Vegetationsgefäße mit Lehm zeigten eine Woche später die gleiche Entwicklung wie die zugehörigen Sandtöpfe, wohl elne Folge davon, daß der Boden sehr selten gegossen zu werden brauchte und

deshalb oberflächlich ziemlich trocken war; die Sandtöpfe mußten jeden Tag gegossen werden, um den Wassergehalt von 35 % der vollen Kapazität zu halten. Erstere wurde daher am 25. Mai zur einen und zwar (I l, m) und am 2. Juni zur anderen Hälfte (I o, p) ausgewaschen und untersucht. Damit war dieser erste Versuch, der in drei Reihen drei verschiedene Bodenarten und Wassergehalte aufweist, beendet.

Um die Verhältnisse der Keimwurzeln zu studieren, und um die Entwicklung in verschiedenenen Wachstumsphasen zu verfolgen, wurde ein zweiter Versuch unternommen. Da die Untersuchung der Keimwurzeln ein Pikieren der jungen Pflänzchen verbot, und auch die jungen Kronenwurzeln durch diese Manipulation leicht Schaden genommen hätten, wurden die Samen direkt in den dazu bestimmten Töpfen ausgelegt, und zwar, damit keine Lücken entständen, je 2 in einem Topf. Sie keimten nach 6—8 Tagen, und die überflüssigen Pflanzen wurden gleich nach dem Keimen entfernt. Zu diesem Versuche mußten kleine Tontöpfe verwendet werden. Es wurden im ganzen 144 kleine Töpfe, teils mit Sand, teils mit Lehm, hergerichtet; der Wassergehalt betrug bei beiden Arten 75 % der vollen Kapazität. Da es sich bei diesem Versuch zu Beginn um ganz kleine Pflänzchen handelte, die ein größeres Bodenvolumen doch nicht ausnutzen konnten, glaubten wir ohne Nachteil die kleinen Töpfe verwenden zu können. Der Versuch war so gedacht, daß vom Auflaufen der Samen an gerechnet, jede Woche 36 Töpfe, 18 Sand- und 18 Lehmtöpfe, ausgewaschen werden sollten. Bei wöchentlicher Auswaschung reichten die 144 Töpfe für vier Wochen. Auf jede Nachkommenschaft entfielen somit 3 Töpfe je Woche und Bodenart. Der Versuch wurde dann mit größeren Töpfen von 16,5 bzw. 17 cm Höhe und 16,5 bzw. 18 cm Weite und kleinen Vegetationsgefäßen weiter geführt. Die zugehörigen Pflänzchen waren aus Samen gewonnen, die am gleichen Tage ausgelegt waren, nämlich am 6. Juni, an dem auch die Samen in die bereits erwähnten 144 Töpfe eingelegt wurden. Der ganze Versuch sollte 12 Wochen umfassen. Um eine Uebersicht über diesen Versuch mit seiner größeren Anzahl verschiedener Topfgrößen, Erdmengen, Düngung usw. zu geben, möge eine Uebersichtstabelle folgen. (Siehe S. 8)

Die Düngung ist dem Boden angepaßt. Der Wassergehalt betrug gleichmäßig 75 % der vollen Kapazität. Die Entwicklung war zu Anfang recht befriedigend. Nach etwa 3 Wochen wurden die Pflanzen, die in Woche 5, 6, 7 zur Verarbeitung kamen, schwach von Läusen befallen, und zwar die Sandpflanzen etwas stärker als die Lehmpflanzen. Obwohl die Bekämpfung sofort einsetzte, wurde doch das Wachstum etwas gestört. Es wird hierauf bei der Auswertung der Ergebnisse Rücksicht zu nehmen sein.

An einem 3. Versuch sollte die Einwirkung einer Düngung auf die Wurzeln in den ersten Vegetationswochen untersucht werden. Dieser Versuch wurde am 8. August unternommen; er dauerte 4 Wochen. Er war ähnlich angelegt wie der vorhin beschriebene, nur daß er sich auf Sand beschränkte und nur die

| Bezeichnung der Versuchsreihe | Alter der Pflanzen beim Auswaschen | Tag des Auswaschens | Wassergehalt in % der vollen Kapazität | Größe der Töpfe | Menge des eingefüllten Bodens in g | Düngung in ccm Tollensscher Lösg. | Anzahl der Töpfe je Nachkommenschaft i Bodenart | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $II_1$ Lehm $II_2$ Sand | 1 Woche | 20. VI. | 75 % | 10-11 cm | 500 | 3½ | 3 | ausgesät in die zugehörigen Töpfe am 6. VI. |
| $II_3$ Lehm $II_4$ Sand | 2 Wochen | 27. VI. | 75 % | 11-12 cm | 650 | 5 | 3 | |
| $II_5$ Lehm $II_6$ Sand | 3 Wochen | 4. VII. | 75 % | 11½-12½ cm | 700 | 5 | 3 | |
| $II_7$ Lehm $II_8$ Sand | 4 Wochen | 11. VII. | 75 % | 14½-14½ cm | 1500 | 10 | 3 | |
| $II_9$ Lehm $II_{10}$ Sand | 5 Wochen | 18. VII. | 75 % | 16½-16½ cm | 2000 | 10 | je 5 Lehm- und 6 Sandtöpfe | ausgesät am 6. VI; pikiert in die Töpfe am 14. VI. |
| $II_{11}$ Lehm $II_{12}$ Sand | 6 Wochen | 25. VII. | 75 % | 16½-16½ cm | 2000 | 10 | | |
| $II_{13}$ Lehm $II_{14}$ Sand | 7 Wochen | 1. VIII. | 75 % | 16½-16½ cm | 2000 | 10 | | |
| $II_{15}$ Lehm $II_{16}$ Sand | 8 Wochen | 8. VIII. | 75 % | 17-18 cm | 3000 | 20 | | |
| $II_{17}$ Lehm $II_{18}$ Sand | 9 Wochen | 15. VIII. | 75 % | 20-25 cm | Lehm 9000 Sand 10000 | 50 | je 2 Sand- und 3 Lehmtöpfe | ausgesät am 6. VI; pikiert in die Töpfe am 20. VI. |
| $II_{19}$ Lehm $II_{20}$ Sand | 10 Wochen | 22. VIII. | 75 % | 20-25 cm | Lehm 9000 Sand 10000 | 50 | | |
| $II_{21}$ Lehm $II_{22}$ Sand | 11 Wochen | 29 VIII. | 75 % | 20-25 cm | Lehm 9000 Sand 10000 | 50 | | |
| $II_{23}$ Lehm $II_{24}$ Sand | 12 Wochen | 5. IX. | 75 % | 20-25 cm | Lehm 9000 Sand 10000 | 50 | | |

ersten 4 Vegetationswochen berücksichtigte. An Stelle der Tollensschen Lösung wurde eine besondere Nährlösung gegeben, in der Stickstoff fehlt, die aber alle anderen Nährstoffe im gleichen Verhältnis wie bei Tollens enthält. Die beiden Lösungen mögen hier folgen:

| Tollens | N freie Lösung |
|---|---|
| 100 g Ca (NO) 32 | 60 g Ca $Cl_2$ |
| I. 1 l Wasser + 25 g $KNO_3$ | I 1 l Wasser + 15 g $KS_2O_4$ |
| 15 g NaCl | 15 g Na Cl |
| II. 1 l Wasser + 25 g $KH_2PO_4$ | II. 1 l Wasser + 25 g $KH_2PO_4$ |
| III. 1 l Wasser + 50 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ | III. 1 l Wasser + 50 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ |

Für jede Nachkommenschaft waren je Woche 6 Töpfe bestimmt, die Hälfte gedüngt mit N freier Lösung, die andere Hälfte vollständig ungedüngt. Da auch bei diesem Versuch verschieden große Töpfe, nämlich diejenigen der ersten 4 Wochen des Versuchs II benutzt wurden, soll eine Tabelle die Uebersicht erleichtern.

| Bezeichnung der Versuchsreihe | Alter der Pflanzen beim Auswaschen | Datum des Auswaschens | Wassergehalt in % der vollen Kapazität | Menge des eingefüllten Sandes g | Düngung für diese Erdmengen der Nfreien Lösung ccm | Anzahl der Töpfe je Nachkommenschaft |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $III_1$ gedüngt<br>$III_2$ ungedüngt | 1 Woche | 22. VIII. | 75 | 500 | 3 1/3 | 3 gedüngt<br>3 ungedüngt |
| $III_3$ gedüngt<br>$III_4$ ungedüngt | 2 Wochen | 29. VIII. | 75 | 650 | 5 | |
| $III_5$ gedüngt<br>$III_6$ ungedüngt | 3 Wochen | 5. IX. | 75 | 700 | 5 | |
| $III_7$ gedüngt<br>$III_8$ ungedüngt | 4 Wochen | 12. IX. | 75 | 1500 | 10 | |

Es konnten also 4 Wochen lang jede Woche von jeder Nachkommenschaft drei gedüngte und drei ungedüngte Pflanzen ausgewaschen werden. Die Termine der Auswaschung sind in der Tabelle angegeben. Die Samen waren im August zu je zwei in jedem Topf ausgelegt worden, sie keimten nach 6 — 7 Tagen; die überzähligen wurden vorsichtig entfernt. Zur Ergänzung aller dieser Versuche, bei denen der Tiefgang der Wurzeln, ihre größere oder geringere Ausbreitung in den oberen Schichten nicht festgestellt werden konnte, — ein Mangel, der durch die Technik der Auswaschung und die Verwendung fester unzerlegbarer Gefäße bedingt ist, — wurde ein 4. Versuch gemacht, der mit Rotmistroffschen [1]) Wurzelkästen ausgeführt wurde. Diese Kästen können auseinander genommen werden, und man kann mit Hilfe eines Nagelbrettes bei sorgsamer Ausspülung die Lage der Wurzeln festhalten. Leider standen mir nur eine beschränkte Anzahl von Kästen zur Verfügung, sodaß die Zahl der Untersuchungen verhältnismäßig klein ist. Die Kästen wurden am 6. August mit Lehm, der wie der bisher verwandte hergerichtet war, bis oben gefüllt und mit vier Wochen alten Pflänzchen besetzt. In jeden Kasten wurden nur zwei Individuen gepflanzt, damit sich die Wurzeln getrennt gewinnen ließen. Dann wurden die Kästen, die 60 cm hoch, 40 cm lang und 7 cm breit sind, in die zugehörigen Wasserbehälter von 20 cm Höhe gestellt. Die Erde sackte in den Kästen durchweg um 2 cm nach, sodaß der Grundwasserspiegel bei gefüllten Behältern etwa 38 cm unter der Erdoberfläche lag. Auf dieser Höhe wurde er gehalten. Die Entwicklung der Pflanzen

[1]) Rotmistroff, „Die Gebiete der Verbreitung der einjährigen Kulturpflanzen“ Russisches Journal für experiment. Ldw., 1908, S. 4—24.

war gut. Von einer Düngung wurde abgesehen. Es konnten von jeder Nachkommenschaft drei Pflänzchen auf diese Weise behandelt werden, also bei neun Kästen im ganzen 18 Pflanzen. Die Ausspülung und Verarbeitung dieser Pflanzen fand am 24. und 25. Sept. 1923 statt.

# Ergebnisse.

I.

Tabelle 1 zeigt in Zusammenfassung der für sämtliche 6 Nachkommenschaften gefundenen Mittelwerte die Ergebnisse des ersten Versuchs hinsichtlich der Verschiedenheiten, die durch die verschiedenen Bodenarten, bezw. ihre verschiedene Lagerung hervorgerufen sind. Die jeweiligen Höchstwerte sind in dem zum Schluß angebrachten Auszug unterstrichen. Dabei ergibt sich, daß die Wurzeln erster Ordnung infolge des geringeren Bodenwiderstandes [1]) [2]) in der günstigen Struktur des lockeren Lehmbodens die größte Länge erreicht haben, sowohl insgesamt als auch die einzelne Wurzel. Auch das absolute Gewicht der Wurzelmasse, sowie das der Blattmasse ist am größten für lockeren Lehm. Ebenso weist das Gewicht von einem cm Wurzel erster Ordnung incl. den zugehörigen Wurzeln höherer Ordnung (in Spalte 6) für lockeren Lehm den höchsten Wert auf. Dagegen fällt die je Gramm Wurzel erzeugte Blattmenge zu Gunsten der im festen Lehm gezogenen Pflanzen ab. Die Zahl der Wurzeln erster Ordnung ist durch die Struktur des Lehms nicht sonderlich beeinflußt. Halmlänge und Halmzahl dagegen sind bei festgestampftem Lehm günstiger ausgefallen.

Wenn wir nun noch die Werte für die in Sand gewachsenen Pflanzen, die nach jeder Richtung durch die in lockerm Lehm gewachsenen übertroffen werden, [3]) mit dem auf festem Lehm gefundenen Werten vergleichen, so ist das Ergebnis ziemlich einheitlich zu Ungunsten des Sandes ausgefallen. Wir finden nur eine einzige Zahl, die die für festgestampften Lehm gefundenen übertrifft, und das ist die Zahl für die durchschnittliche Länge der Wurzel erster Ordnung. Also auch hier hat der geringere Bodenwiderstand des Sandes im Verhältnis zum festgestampften Lehm dahin gewirkt, daß längere Wurzeln ausgebildet werden. Andererseits hat aber die Wurzelmasse als solche ganz erheblich abgenommen, wie aus Spalte 6 und 7 deutlich wird; und vor allem ist das Verhältnis von Wurzelmasse zu Blattmasse wesentlich schlechter geworden.

[1]) Vergl. Mitscherlich, „Bodenkunde für Land- und Forstwirte", Berlin 1923, S. 115; derselbe: „Steigerung der Pflanzenerträge unter dem Einfluß der Vegetationsfaktoren und der Bodenbearbeitung", Berlin 1913, S. 16.

[2]) Kraus in Wollny „Forschungen", Band 19, S. 95.

[3]) Vergl. Thiels Versuch in Müller Thurgau: „Wachstum und Bedeutung der Wurzeln".

**Tabelle 1**

| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bodenart und Wassergehalt in % der vollen Kapazität | | Anzahl der Wurzeln 1. Ordnung | Gesamtlänge der Wurzeln 1. Ordnung | Gesamtlänge der Wurzeln höherer Ordnung | Durchschnittl. Länge der Wurzel 1. Ordnung | 1 cm Wurzelmasse 1. Ordng. incl. Nebenwurzeln wiegt | Gewicht der Wurzelmasse | Gewicht der Blattmasse | Blattmasse je 1 g Wurzel | Halmlänge | Halmzahl |
| | | | cm | cm | cm | mg | g | g | g | cm | |
| **Lehm,** locker | 75 % | 7.7 | 21.0 | — | 2.70 | 0.810 | 0.016 | 0.031 | 2.12 | — | — |
| | 55 % | 10.6 | 77.8 | 77.8 | 7.35 | 1.851 | 0.150 | 0.301 | 2.27 | 11.1 | 2.6 |
| | 55 % | 12.5 | 108.8 | 134.3 | 8.36 | 2.951 | 0.326 | 0.585 | 1.92 | 16.3 | 3.4 |
| | 40 % | 4.5 | 28.8 | 54.3 | 7.33 | 1.556 | 0.042 | 0.126 | 3.42 | 11.6 | 1.3 |
| | 40 % | 6.8 | 36.0 | 46.3 | 5.87 | 1.920 | 0.070 | 0.227 | 3.43 | 12.3 | 1.9 |
| | Sa.= | 42.1 | 272.4 | 312.7 | 31.61 | 9.088 | 0.604 | 1.270 | 13.16 | 51.3 | 9.2 |
| | M. = | 8.4 | 54.4 | 78.1 | 6.32 | 1.817 | 0.1208 | 0.254 | 2.63 | 12.8 | 2.3 |
| **Lehm,** fest | 75 % | 7.5 | 21.0 | — | 2.80 | 0.761 | 0.0141 | 0.027 | 2.08 | — | — |
| | 55 % | 10.2 | 61.0 | 50.0 | 5.90 | 1.709 | 0.1080 | 0.278 | 3.00 | 11.7 | 2.5 |
| | 55 % | 11.7 | 85.2 | 100.7 | 7.27 | 1.986 | 0.1810 | 0.433 | 3.05 | 17.5 | 2.9 |
| | 40 % | 3.5 | 17.7 | 28.6 | 5.27 | 1.922 | 0.0340 | 0.156 | 5.10 | 12.2 | 1.4 |
| | 40 % | 9.9 | 39.0 | 45.3 | 3.85 | 2.459 | 0.0950 | 0.320 | 3.44 | 11.6 | 4.2 |
| | Sa.= | 42.8 | 223.9 | 224.6 | 25.09 | 8.837 | 0.4321 | 1.214 | 16.67 | 53.0 | 11.0 |
| | M. = | 8.5 | 44.7 | 56.1 | 5.01 | 1.767 | 0.0864 | 0.242 | 3.33 | 13.2 | 2.7 |
| **Sand** | 75 % | 7.1 | 20.6 | — | 2.86 | 0.773 | 0.0148 | 0.025 | 1.77 | — | — |
| | 55 % | 7.7 | 55.7 | 45.8 | 6.92 | 1.153 | 0.0670 | 0.121 | 1.95 | 12.4 | 1.3 |
| | 55 % | 8.5 | 73.6 | 83.5 | 8.53 | 1.209 | 0.0900 | 0.181 | 2.09 | 16.9 | 1.7 |
| | 35 % | 6.2 | 27.6 | 29.1 | 4.81 | 1.091 | 0.0290 | 0.044 | 1.59 | 7.1 | 1.0 |
| | 35 % | 7.4 | 43.1 | 47.6 | 5.84 | 1.397 | 0.0570 | 0.111 | 2.10 | 10.7 | 1.4 |
| | Sa.= | 36.9 | 220.6 | 206.0 | 28.96 | 5.623 | 0.2578 | 0.482 | 9.50 | 47.1 | 5.4 |
| | M. = | 7.3 | 44.1 | 51.5 | 5.79 | 1.124 | 0.0515 | 0.096 | 1.90 | 11.7 | 1.3 |
| **Zusammenfassung** | | | | | | | | | | | |
| Lehm locker | | 8.4 | 54.4 | 78.1 | 6.32 | 1.817 | 0.1208 | 0.254 | 2.63 | 12.8 | 2.3 |
| Lehm fest | | 8.5 | 44.7 | 56.1 | 5.01 | 1.767 | 0.0864 | 0.242 | 3.33 | 13.2 | 2.7 |
| Sand | | 7.3 | 44.1 | 51.5 | 5.79 | 1.124 | 0.0515 | 0.096 | 1.90 | 11.7 | 1.3 |

Was nun die Dicke der einzelnen Wurzeln angeht, so gibt uns Spalte 6 in Verbindung mit 2, 5, **7** darüber näheren Aufschluß. Wir haben in Spalte 6 das Gewicht von 1 cm Wurzel erster Ordnung mit den zugehörigen Nebenwurzeln, aus dem wir ohne weiteres auf die Dicke der Wurzeln nicht schließen können. Diese Spalte weist für lockeren Lehm die größten Werte auf, doch läßt das Vorhandensein von viel Wurzelwerk höherer Ordnung den Schluß zu, daß diese Nebenwurzeln die Ursache des hohen Gewichtes sind und nicht die Stärke der Wurzeln erster Ordnung selbt, und daß somit die Tabelle den flüchtigen Beschauer leicht irre führen kann. Denn bei lockerem Lehm treffen auf 1 cm Wurzel erster Ordnung 1,4 cm Wurzel höherer Ordnung; bei festem Lehm dagegen nur 1,2 cm. Wenn wir bedenken, daß die Werte in Spalte 6 nicht allzu stark differieren für die beiden in Frage stehenden Böden, so läßt sich die Annahme wohl vertreten, daß die Wurzeln von Pflanzen, die auf festem Lehm gewachsen sind, denen auf lockerem Lehm in der Dicke kaum nachstehen, daß sie diese aber, wenn der feste Lehm gleichzeitig trocken ist, übertreffen, was aus der Tabelle ohne weiteres ersichtlich ist. Aehnliche Resultate fand Polle [1]) für Gerste. Auch zeigt sich, daß gerade die derbere Wurzel des trocknen, festen Lehmbodens je Gramm besonders produktiv in Blattmasse ist, daß aber auch die auf festem Boden unter günstigeren Wasserverhältnissen gewachsenen Wurzeln die Blatterzeugung von Wurzeln, die in Böden mit lockerer Struktur gewachsen sind, übertreffen. Trotzdem ist aber die absolute Leistung bei den Pflanzen des lockeren Lehmbodens infolge ihrer größeren Ausdehnung und des Reichtums an Nebenwurzeln höher.

Die Sandpflänzchen haben feine Wurzeln in geringer Anzahl, zwar etwas länger als beim festen Lehm, doch nicht so lang, als sie der lockere Lehm hervorbringt. Ihre Wurzelmasse ist im Vergleich zur Blattmasse sehr groß, trotzdem sind sie nicht konkurrenzfähig.

Der vorliegende Versuch zeigt klar und deutlich die Vorliebe des Wiesenschwingels für Böden, die eine gewisse Menge feinerdiger und humoser Bestandteile enthalten. Sandboden sagt ihm nicht zu, auch wenn er wie hier im Versuch gut gedüngt und feucht ist. Das stimmt mit den tatsächlich bestehenden Verhältnissen überein [2]). Die ungünstige Struktur des Sandes ist wohl letzten Endes die Ursache, die ja besonders bei Topfkulturen, die von oben gegossen werden, noch stärker in die Erscheinung tritt [3]).

Die gleichen Resultate hat auch der Versuch II ergeben, dessen Durchschnittswerte in Tabelle 2 mit aufgeführt sind. Es

---

[1]) Polle, Dissertation Göttingen 1910, Seite 27.

[2]) Vergl. Strecker, „Erkennen und Bestimmen von Wiesengräsern", S. 165
Desgl. Hain, „Gräserflora von Nord- und Mitteldeutschland", Weimar 1917, S. 294 ff.

[3]) P. Ehrenberg, Bahr & Nolte, „Versuche über die Wasserhaltung in Vegetationsgefäßen", Journal für Ldw. 1915, S. 199.

## Tabelle 2

| | Wassergehalt in % der vollen Kapazität | 1 Anzahl der Wurzeln 1. Ordnung | | | 2 Gesamtlänge der Wurzeln 1. Ordnung cm | | | 3 Gesamtlänge der Wurzeln höherer Ordnung cm | | | 4 Durchschnittl. Länge einer Wurzel 1. Ordnung cm | | | 5 1 cm Wurzel 1. Ordnung wiegt incl. der zugehörigen Nebenwurzeln mg | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand |
| I | 75 % | (7.7) | (7.5) | (7.1) | (21.0) | (21.0) | (20.6) | — | — | — | (2.70) | (2.80) | (2.86) | (0.810) | (0.761) | (0.773) |
| | 55 % | 11.5 | 10.9 | 8.1 | 93.2 | 73.1 | 64.6 | 106.0 | 75.0 | 64.6 | 7.85 | 6.58 | 7.72 | 2.401 | 1.847 | 1.181 |
| | 40—35 % | 5.6 | 6.7 | 6.8 | 32.4 | 28.3 | 35.3 | 50.0 | 36.9 | 38.3 | 6.60 | 4.56 | 5.32 | 1.738 | 2.190 | 1.244 |
| II | 75 % | 20.6 | — | 19.2 | 380.0 | — | 334.5 | 107.9 | — | 85.9 | 13.71 | — | 13.20 | 2.344 | — | 2.675 |

| | Wassergehalt in % der vollen Kapazität | 6 Gewicht der Wurzelmasse g | | | 7 Gewicht der Blattmasse g | | | 8 Blattmasse zu 1 g Wurzel g | | | Halmlänge cm | | | Halmzahl | | | Der auf 1 cm Wurzel 1. Ordnung entfallende Anteil Nebenwurzeln in cm | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand | Lehm l. | Lehm f. | Sand |
| I | 75 % | (0.0160) | (0.0141) | (0.0148) | (0.031) | (0.027) | (0.025) | (2.12) | (2.08) | (1.77) | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | 55 % | 0.238 | 0.144 | 0.078 | 0.443 | 0.355 | 0.151 | 2.09 | 3.00 | 2.02 | 13.7 | 14.6 | 14.6 | 3.0 | 2.7 | 1.5 | 1.02 | 1.13 | 1.00 |
| | 40—35 % | 0.056 | 0.064 | 0.043 | 0.176 | 0.238 | 0.072 | 3.42 | 4.27 | 1.84 | 11.9 | 11.9 | 8.9 | 1.6 | 2.8 | 1.2 | 1.31 | 1.60 | 1.08 |
| II | 75 % | 1.198 | — | 1.373 | 2.495 | — | 1.198 | 2.11 | — | 1.74 | 29.4 | — | 28.1 | 5.6 | — | 4.3 | — | — | — |

handelt sich hier aber nur um die Unterschiede von Wurzeln in lockerem Lehm und Sand, beide bei reichlicher Wasserversorgung von 75 % der vollen Kapazität. Auffallend ist, daß im Gegensatz zu Versuch I, wo es sich um sehr viel jüngere Pflanzen handelt, das Gewicht je cm Wurzel bei den Sandpflanzen dasjenige bei Lehm weit übertrifft, eine Folge der außerordentlich stark auftretenden Verzweigungen. Aus demselben Grunde überwiegt das absolute Gewicht der Wurzelmassen bei Sand, ohne daß aber die oberirdische Substanz den Vortritt erringt.

Neben der Bodenart hat in erster Linie der Wassergehalt des Bodens eine ausschlaggebende Wirkung auf das Wachstum der Pflanze, von der natürlich auch die unterirdischen Teile, die Wurzeln, betroffen werden. Der Versuch I variierte den Wassergehalt in dreifacher Weise, 75 % der vollen Kapazität, was ich als feucht, 55 % der vollen Kapazität, was ich als mittelfeucht und 40 %, bezw. für Sand 35 % der vollen Wasserkapazität, was ich als trocken bezeichnen will. Die Tabelle 2 gibt Aufschluß über die Resultate in den einzelnen Versuchsreihen.

Gleich von vorne herein muß ich bei dieser Tabelle bemerken, daß die Zahlen aus dem Versuch mit 75 % der vollen Kapazität nicht ohne weiteres zu gebrauchen sind. Sie sind deshalb in der Tabelle eingeklammert. Das hat seinen Grund darin, daß in dieser Versuchsreihe die Faktoren Wärme und Licht nicht die gleichen waren wie bei den beiden folgenden Versuchsreihen. Der ganze Versuch konnte infolge Platzmangels nicht gleichzeitig erledigt werden. So sind die einzelnen Teilversuche zum Teil hintereinander gemacht worden, und dieser zeitliche Abstand ist nicht ohne Wirkung geblieben. Zwar war als Zeitpunkt des Auswaschens der Termin festgesetzt worden, an dem $^2/_3$ aller beteiligten Pflanzen 4 Blatter entwickelt hatten. Aber trotzdem ist ein Unterschied zu machen zwischen Pflänzchen, die diese 4 Blätter in kalter Temperatur von Tagesmittel 6° C und bei Lichtmangel entwickelt haben in geschlossenen Räumen, und andererseits Pflänzchen, bei denen das Tagesmittel etwa 12° C [1]) betrug, die in der Vegetationshalle heranwuchsen und viel Sonne bekamen, Die außerordentlich langsame Entwicklung der Pflänzchen in der ersten Versuchsreihe mit 75 % der vollen Wasserkapazität, die bis zur Entwicklung des vierten Blattes fast drei Monate brauchten, während die 2. und 3. Versuchsreihe mit einem Wassergehalt von 55 und 40 bezw. 35 % der vollen Kapazität das gleiche Stadium in 6 Wochen erreichte, ist wohl bezeichnend genug. So waren denn auch die Wurzeln dieser Pflänzchen der ersten Versuchsreihe „feucht" sehr fein und zart, die Blättchen schmal und hellgrün, eine Folge des langsamen Wachstums und des mangelnden Lichtes, und obwohl in allen 3 Reihen zur Zeit des Auswaschens bei 66 % aller Pflanzen 4 Blätter vorhanden waren, so ist doch

[1]) Als Tagesmittel ist die Temperatur von 6h abends angenommen; sie betrug nach den meteorologischen Beobachtungen des Instituts für Pflanzenbau in Göttingen im April durchschnittlich 10°, im Juni 13,7° C.

von einer gleichmäßigen Entwicklung nicht die Rede: sie können nicht vergleichsfähig sein.

Die beiden anderen Variationen des Wassergehaltes dagegen sind einwandfrei zu gebrauchen, sie sind kurz hintereinander durchgeführt, und zwar bei ausreichender Wärme und Belichtung. Wenn wir nun die Tabelle 2 (S. 13) zu Rate ziehen, so finden wir, daß die Entwicklung beim Wiesenschwingel, sowohl auf Sand wie auf Lehm ganz allgemein bei höherem Wassergehalt sehr viel besser ist als auf den trockneren Böden. Das gilt für alle absoluten Zahlen Bei den relativen Werten dagegen finden wir teilweise andere Ergebnisse. Doch müssen wir hier auch auf die Bodenart Rücksicht nehmen. Drücken die absoluten Zahlen klar die Vorliebe des Wiesenschwingels für feuchte Böden aus, so lassen die relativen einen Schluß auf die Anpassungsfähigkeit der Wurzeln an nicht zusagenden Boden zu. Die Veränderung des Wassergehaltes ist von größtem Einfluß auf fast alle in der Tabelle angeführten Eigenschaften. Spalte 1 in der Tabelle 2 gibt den Ueberblick über die Anzahl der Hauptwurzeln bei verschiedenem Wassergehalt und verschiedenen Bodenarten. Ein Rückgang der Wurzelzahl ist bei allen 3 Böden mit zunehmender Trockenheit zu bemerken. Doch sind die Unterschiede bei Lehm sehr viel größer als bei Sandboden. Bei diesem geht die Anzahl der Wurzeln erster Ordnung nur wenig zurück, die Wirkung des verschiedenen Wassergehaltes prägt sich weniger deutlich aus als in den beiden Spalten für lockeren und festen Lehm. Und hier ist wieder der lockere Lehm am meisten betroffen. Doch zeigt auch der feste Lehmboden einen empfindlichen Rückgang in der Zahl der Wurzeln erster Ordnung. Ganz ähnlich ist das Bild, das Spalte 2 für die Gesamtlänge erster Ordnung bringt. Allgemein ist für alle Böden mit zunehmender Trockenheit eine Abnahme der Gesamtlänge zu verzeichnen. Die Abnahme ist wieder bei lockerem Lehm am auffallendsten. Dann folgt der festgestampfte Lehmboden und schließlich der Sandboden, und zwar gestaltet sich das Bild bei trockenem Boden so, daß Sand die beiden Lehmböden deutlich übertrifft. — Dagegen bleibt der trockene, lockere Lehm in Spalte 3 hinsichtlich der Gesamtlänge der erzeugten Nebenwurzeln führend. Aber auch hier ist die Abnahme der Gesamtlänge bei allen 3 Böden mit zunehmender Trockenheit deutlich.

Was nun die durchschnittliche Länge der einzelnen Wurzel 1. Ordnung angeht, so reagiert sie in negativem Sinne auf die zunehmende Trockenheit. Sie wird also mit steigender Trockenheit geringer. Doch bringt Sand sowohl bei höherer Feuchtigkeit als auch bei Trockenheit immer noch höhere Zahlen als der feste Lehm. Das Zurückbleiben der Wurzellängen muß hier zum größten Teil auf das Konto des Bodenwiderstandes gesetzt werden.

Die Dicke der Wurzeln erster Ordnung schließen wir wieder aus Spalte 5 in Verbindung mit 6, 2 und 3. Bei zunehmender Trockenheit nimmt das Gewicht des Wurzelwerkes bei lockerem Lehmboden stark ab. Die Entwicklung der Nebenwurzeln geht

ebenfalls stark zurück. Der feste Lehm und der Sandboden zeigen andere Verhältnisse. Auch hier geht die absolute Entwicklung der Nebenwurzeln zurück, bei festem Lehm stärker als bei Sand — trotzdem nimmt das Gewicht von 1 cm Wurzelwerk zu. Wenn wir nun in den einzelnen Versuchsreihen nach der Tabelle 2 feststellen, wieviel an Nebenwurzeln auf 1 cm Hauptwurzel 1. Ordnung entfällt, so finden wir die in Spalte 11 angegebenen Werte. Es zeigt sich, daß mit zunehmender Trockenheit eine Zunahme an Nebenwurzeln in cm je Einheit Wurzel 1. Ordnung stattfindet und zwar besonders stark bei lockerem Lehm, besonders schwach bei trockenem Sand. Wenn nun bei lockerem Lehm trotzdem das Gewicht von 1 cm Wurzelwerk abnimmt, so muß die einzelne Wurzel, vor allem die Hauptwurzel, feiner werden. Bei festem Lehm ist die Sache nicht so klar. Zwar bringt er im Verhältnis zum lockeren Lehm bei trockenem Boden viel kräftigere Wurzeln hervor; ob aber die Wurzel auf festem Lehm mit zunehmender Trockenheit stärker ist, geht aus den hier gefundenen Zahlen nicht ganz klar hervor. Die Zunahme in Spalte 5 kann auf der Zunahme an Nebenwurzeln pro 1 cm Hauptwurzel beruhen. Da wir deren Gewicht nicht haben, ist der Fall nicht zu entscheiden. Anders dagegen beim Sand. Hier kann die minimale Zunahme der Nebenwurzeln je cm Wurzel 1. Ordnung nicht allein der Grund für die deutliche Zunahme des Gewichtes von 1 cm Wurzelwerk überhaupt sein. Das kann nur durch die Ausbildung dickerer Wurzeln erklärt werden. [1]) Wenn wir die folgenden Spalten 6 und 7 mit dem absoluten Gewicht der Blatt- und Wurzelmasse ansehen, so fällt als erstes wieder die starke Abnahme beider Gewichte mit zunehmender Trockenheit für alle drei Bodenarten ins Auge. [2]) Doch ist diese Abnahme für festen Lehm sowohl beim Blatt- wie auch beim Wurzelgewicht geringer als bei lockerem Lehm, sodaß der Ertrag bei einem Wassergehalt von 40 bezw. 35 % der vollen Kapazität beim festen Lehmboden noch am besten ist, eine Beobachtung, die auch von Polle [3]) bei Getreide gemacht wurde. Die starke Kapillarität des festen Bodens versieht auch die oberen Schichten hinreichend mit Wasser, das somit für die kürzeren Wurzeln aufnehmbar ist, sodaß sich diese recht kräftig entwickeln können und entsprechende Blatterträge geben. Bei lockerer Bodenstruktur haben wir längere Wurzeln, die dem Wasser nachgehen. Durch den weiteren Transport der Nährstoffe muß hier schon ein

[1]) Vergl. Polle, Dissertation Göttingen 1910, S. 59.

[2]) Vergl. Paynouls Versuch in v. Seelhorst, Georges und Fahrenholz, „Einfluß des Wassergehaltes und der Düngung des Bodens auf die Produktion und die Zusammensetzung von Futterpflanzen". Journal f. Ldw. 1900, S. 270.

Ebenso K. Meyer, „Ueber den Einfluß verschieden hohen Wassergehaltes des Bodens in den einzelnen Vegetationsstadien bei verschiedener Stickstoffdüngung auf die Entwicklung des Göttinger begrannten Square head Winterweizens", Göttingen 1908, S. 24.

Ebenso v. Skrobensky, Dissertation, „Ueber den Wasserverbrauch verschiedener Gräser unter verschiedenen Verhältnissen", S. 21.

[3]) Polle, Dissertation Göttingen 1910, S. 66.

Energieverlust eintreten. [1]) Der Sandboden zeigt bei Trockenheit auch einen starken Rückgang in der Erzeugung organischer Substanz, wenn dieser auch nicht so stark ist als bei lockerem und festem Lehm. Immerhin steht der Sand auch hinsichtlich der organischen Substanz an letzter Stelle.

Interessant gestaltet sich das Verhältnis von Blattmasse zu Wurzelmasse. Wir können hier bei Lehm mit steigender Trockenheit eine Zunahme an der je g Wurzel erzeugten Blattmasse konstatieren. Diese Zunahme ist besonders stark bei festem Lehm, der nach dieser Hinsicht schon immer die Ueberhand hatte. Der trockene Sand dagegen ist hoffnungslos; die feinen dünnen Würzelchen bringen nicht viel Blattwerk hervor; der Ertrag ist, an den beiden Konkurrenten gemessen, bei zunehmender Trockenheit, verschwindend gering. Diese letzte Tatsache stimmt mit den von M. Tucker und v. Seelhorst [2]) gemachten Beobachtungen überein, während die Ergebnisse bei Lehm mit ihnen kontrastieren. [3]) Der Grund zu diesem Verhalten der in Sand gezogenen Pflanzen scheint mir darin zu bestehen, daß Sand viel weniger Wasser aufzunehmen vermag als Lehmboden, daß also bei einem Wassergehalt nach gleichen $^0/_0$ der Kapazität die absolute Wassermenge, die den Pflanzen zur Verfügung steht, bei Sand geringer ist. [4])

Spalte 9 und 10 gibt Aufschluß darüber, ob das Gewicht der Blattmasse durch die Länge oder die Zahl der Halme bedingt war, oder ob beide Faktoren mitsprechen. Daß auch Halmzahl und Wurzelmasse in innigem Zusammenhang stehen, zeigt ein Vergleich dieser beiden Zahlenreihen. [5])

Der Versuch zeigt klar, daß Wiesenschwingel nur auf humusreichem, feuchten Boden seine besten Bedingungen findet. Andererseits ist die Anpassungsfähigkeit an den Boden nicht unerheblich, eine Tatsache, die der Züchter freudig begrüßt. Unter den trockeneren Böden kommt er noch am ehesten auf festem Lehm fort. Doch lehrt die Erfahrung, daß frische Böden bei einigem Humusgehalt immer noch die besten Erträge liefern. [6]).

---

[1]) Vergl. Mitscherlich, „Bodenkunde für Land- und Forstwirte", Berlin 1923, S. 115 f.

[2]) M. Tucker u. v. Seelhorst, „Der Einfluß, welchen der Wassergehalt und der Reichtum des Bodens auf die Ausbildung der Wurzeln und der oberirdischen Organe der Haferpflanze ausübt", Journal für Ldw. 1898, S. 57 f.

[3]) Vergl. v. Skrobensky, „Ueber den Wasserverbrauch verschiedener Gräser unter verschiedenen Verhältnissen", S. 24.

[4]) Vergl. Mitscherlich, „Bodenkunde für Land- und Forstwirte", Berlin 1923, S. 167 f.

[5]) Vergl. Mitscherlich, „Bodenkunde für Land- und Forstwirte", Berlin 1923, S. 171 f.

[6]) Vergl. Strecker, „Erkennen und Bestimmen der Wiesengräser", S. 164.
Hein, „Gräserflora von Nord- und Mitteldeutschland", Weimar 1917, S. 294.
H. Osvald, „Untersuchungen über die Einwirkung des Grundwasserstandes auf die Bewurzelung von Wiesenpflanzen auf Moorboden", Fühlings landw. Ztg, 1919. S. 327.

II.

Versuch II sollte die Entwicklung des Wiesenschwingels fortlaufend in den ersten 12 Wochen, sowohl in Lehm wie in Sandboden, beobachten. Die Resultate dieses Versuches sind in Tabelle 3 vereinigt.

In den ersten vier Wochen zeigt die Entwicklung der Lehm- und Sandpflanzen wenig Unterschied. Düngung und Wassergehalt ist bei beiden gleich, und der Unterschied in der Struktur des Bodens tritt in seinen Auswirkungen noch nicht klar zu Tage. Erst nach dieser Zeit machte sich die Vorliebe des Wiesenschwingels für feinerdereichere Böden geltend. Wir sehen, daß sich die Lehmpflänzchen kräftiger entwickeln, daß vor allem ihr Blattgewicht einen immer größeren Vorsprung erhält. Die Wurzelmasse folgt langsamer. Es liegt dies vor allem an der weniger reichen Verzweigung der Wurzeln bei in Lehm gewachsenen Pflanzen, die mit zunehmendem Alter immer mehr hervortritt. Der Rückschlag, der nach der 8. Woche überall bei den Lehmpflanzen so kraß zum Vorschein kommt, ist die Folge davon, daß diese Pflänzchen sich in der ersten Zeit nach dem Verpflanzen nicht recht entwickelten. Doch dauerte das nicht lange, und deshalb wurde der Versuch auch weitergeführt. In der 10. und 11. Woche machte sich diese Schädigung kaum noch bemerkbar. Die Sandpflanzen vertrugen das Verpflanzen viel besser, bei ihnen ist von einem Zurückbleiben keine Rede. Bemerkt muß noch werden, daß die Pflanzen, die in Woche 5 — 8 ausgewaschen wurden, kurze Zeit unter Blattlausbefall zu leiden hatten. Doch waren die Folgen nicht schwerwiegend; die Sandpflanzen waren etwas stärker befallen als die Lehmpflanzen, und wir müssen diesen Umstand bei der Auswertung der Tabelle mit zu Rate ziehen.

Außer der kräftigeren Blattentwicklung fiel bei den auf Lehm gewachsenen Pflanzen noch die dunklere Blattfarbe ohne weiteres auf, obwohl auch die Sandpflanzen einen recht gesunden, kräftigen Eindruck machten. Die Entwicklung war in beiden Versuchsreihen bei den 12 Wochen alten Pflanzen noch nicht abgeschlossen. Der Wurzelstock war bei beiden reich an jungen Wurzeln, die durch ihre ganz besonders weiße Farbe und durch ihre geringe Länge auffielen. Er zeigte auch bei beiden den bekannten Flausch von gelblich weißer Farbe, den Osvald [1]), Sinz [2]) und Kraus [3]) beobachteten. Gerade bei den 12 Wochen alten Pflanzen trat die starke Erzeugung von Wurzeln höherer Ordnung bei den Sandpflanzen besonders stark hervor. Oft zeigten die Hauptwurzeln dieser Pflanzen am Ende eine richtige kleine Quaste von Nebenwurzeln. [4])

[1]) Osvald, „Untersuchungen über die Einwirkung des Grundwassers u. s. w.“, Fühlings ldw. Zeitung 1919, Heft 17/18, S. 329.

[2]) Linz, „Studien über die Entwicklungsfähigkeit der wichtigsten Wiesengräser u s. w.“, Göttingen 1914.

[3]) Kraus, „Zur Kenntnis der Verbreitung der Wurzeln, u. s. w.“, Fühlings ldw. Zeitung 1914, Heft 10, S. 339.

[4]) Daselbst, S. 360.

**Tabelle 3**

| 1 | 2 | | 3 | | 4 | | 5 | | 6 | | 7 | | 8 | | 9 | | 10 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Alter der zu vergleichenden Pflanzen | Anzahl der Hauptwurzeln | | Gesamtlänge der Hauptwurzeln in cm | | Durchschnittl. Länge einer Hauptwurzel in cm | | 1 cm Hauptwurzel wiegt incl. Nebenwurzeln in mg | | Gewicht der Wurzelmasse in g | | Gewicht der Blattmasse in g | | Blattmasse je 1 g Wurzel in g | | Halmlänge in cm | | Halmzahl | |
| | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand |
| 1 Woche | 2.0 | 1.6 | 5.2 | 5.5 | 2.91 | 3.97 | 1.106 | 1.202 | 0.0047 | 0.0057 | 0.0060 | 0.0104 | 1.45 | 1.83 | 3.8 | 4.8 | 1 | 1 |
| 2 Wochen | 4.6 | 4.2 | 16.7 | 16.6 | 3.78 | 3.87 | 0.975 | 0.840 | 0.0156 | 0.0130 | 0.0226 | 0.0228 | 1.52 | 1.91 | 6.1 | 6.3 | 1 | 1 |
| 3 Wochen | 6.6 | 6.7 | 36.7 | 37.4 | 5.41 | 5.54 | 0.871 | 0.759 | 0.0320 | 0.0270 | 0.0640 | 0.0650 | 2.33 | 2.43 | 10.9 | 12.0 | 1 | 1 |
| 4 Wochen | 8.8 | 8.7 | 89.9 | 88.3 | 10.32 | 10.03 | 1.114 | 1.130 | 0.1030 | 0.1030 | 0.2150 | 0.2420 | 2.44 | 2.52 | 20.3 | 19.2 | 1.8 | 2.1 |
| 5 Wochen | 11.0 | 9.1 | 144.3 | 105.5 | 13.15 | 11.30 | 2.894 | 2.869 | 0.4250 | 0.2970 | 0.6020 | 0.4050 | 1.45 | 1.45 | 22.6 | 19.3 | 3.5 | 2.9 |
| 6 Wochen | 14.4 | 14.4 | 174.3 | 202.6 | 11.94 | 13.87 | 3.729 | 3.156 | 0.6480 | 0.6470 | 1.0530 | 0.9100 | 1.64 | 1.44 | 29.0 | 26.0 | 3.9 | 4.0 |
| 7 Wochen | 24.7 | 16.6 | 315.1 | 237.1 | 12.74 | 13.78 | 3.465 | 2.287 | 1.0980 | 0.5800 | 2.3200 | 1.1700 | 2.24 | 2.19 | 34.2 | 28.8 | 7.2 | 4.7 |
| 8 Wochen | 34.1 | 26.5 | 681.5 | 368.0 | 20.32 | 13.60 | 2.932 | 2.419 | 2.0900 | 0.9500 | 4.8800 | 2.0700 | 2.42 | 2.19 | 44.9 | 30.6 | 11.0 | 7.6 |
| 9 Wochen | 25.9 | 28.9 | 491.0 | 555.0 | 18.65 | 19.10 | 2.440 | 3.694 | 1.2600 | 2.1500 | 2.7300 | 2.6300 | 2.35 | 1.31 | 38.6 | 41.2 | 6.9 | 7.5 |
| 10 Wochen | 30.9 | 28.0 | 680.0 | 595.0 | 21.63 | 21.28 | 2.626 | 3.673 | 1.9100 | 2.2400 | 4.2500 | 3.0600 | 2.58 | 1.34 | 45.8 | 47.9 | 8.5 | 5.9 |
| 11 Wochen | 36.6 | 32.7 | 796.0 | 713.0 | 21.00 | 21.61 | 2.285 | 4.724 | 2.0300 | 3.5500 | 5.7200 | 3.6800 | 3.05 | 1.28 | 48.2 | 49.0 | 9.1 | 6.0 |
| 12 Wochen | 48.0 | 53.3 | 1136.0 | 1086.0 | 22.69 | 20.55 | 3.752 | 5.369 | 4.7700 | 5.9400 | 8.0900 | 6.0500 | 1.89 | 1.09 | 48.8 | 52.5 | 12.5 | 8.6 |
| Sa. = | 247.6 | 230.7 | 4566.7 | 4010.0 | 164.54 | 158.46 | 28.189 | 32.122 | 14.3863 | 16.5027 | 29.9526 | 20.3152 | 25.36 | 20.98 | 353.2 | 337.6 | 67.4 | 52.3 |
| M. = | 20.6 | 19.2 | 380.0 | 334.5 | 13.71 | 13.20 | 2.344 | 2.675 | 1.198 | 1.373 | 2.495 | 1.693 | 2.11 | 1.74 | 29.4 | 28.1 | 5.6 | 4.3 |

| Alter der zu vergleichenden Pflanzen | Anzahl der Wurzeln höherer Ordnung | | Gesamtlänge der Wurzeln höherer Ordnung in cm | | Durchschnittl. Länge einer Wurzel höherer Ordnung in cm | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Lehm | Sand | Lehm | Sand | Lehm | Sand |
| 1 Woche alt | 3.9 | 9.1 | 0.88 | 2.19 | 0.120 | 0.166 |
| 2 Wochen alt | 27.0 | 18.0 | 20.70 | 15.00 | 0.600 | 0.810 |
| Sa. = | 30.9 | 27.1 | 21.58 | 17.19 | 0.720 | 0.976 |
| M. = | 15.4 | 14.5 | 10.79 | 8.59 | 0.360 | 0.488 |

Aus dem Vorstehenden erhellt, daß die Entwicklung des Wiesenschwingels im ersten Vegetationsjahre nicht bis zu ihrem Höhepunkt gezeigt werden kann, da dieser augenscheinlich mit 12 Wochen noch nicht erreicht ist.

Bei der Untersuchung der Wurzeln in den einzelnen Entwicklungsstadien interessiert uns vor allem das Verhalten der Keimwurzel. In 320 untersuchten Fällen, wovon 60 unter dem Mikroskop beobachtet wurden, trat, abgesehen von einem einzigen Fall, immer nur eine Keimwurzel auf. Bei diesem einen Fall waren zwei Keimwurzeln vorhanden. Doch dürfen wir das wohl auf eine Ausnahme, die auf einer Anormalität des Samens beruhte, auffassen. Osvald [1]) behauptet auch: „Jeder Same entwickelt eine Keimwurzel". [2]) Die Keimwurzel war überall deutlich zu erkennen, meist schon mit dem unbewaffneten Auge, dem sie durch die bräunliche Färbung und die reiche Verästelung auffiel. Unter dem Mikroskop konnte man beobachten, daß der Knoten der Keimwurzel [3]) bräunlich gefärbt war, während die oberhalb des Knotens entspringenden Seitenwurzeln eine glänzend weiße Farbe hatten, meist auch dicker waren als die Keimwurzel und nahe dem Wurzelhals selten Verzweigungen aufweisen konnten. Die Untersuchung von Woche zu Woche ergab weiter, daß das Wachstum der Keimwurzel kein unbegrenztes ist, daß sie vielmehr schon nach einiger Zeit abstirbt und verschwindet. Ihre Länge ist nicht unbeträchtlich, sie wurde von der 4. Wachstumswoche an gesondert gemessen. Die Ergebnisse sind in einer Tabelle zusammengestellt.

| Alter der Pflanzen | Durchschnittl. Länge der Keimwurzel | |
|---|---|---|
| | Lehm | Sand |
| 4 Wochen | 16.3 cm | 14.2 cm |
| 5 Wochen | 13.7 „ | 12.7 „ |
| 6 Wochen | 12.4 „ | 10.7 „ |
| 7 Wochen | 14.1 „ | 13.1 „ |
| Sa. = | 56.5 cm | 50.7 cm |
| M. = | 14.1 „ | 12.6 „ |

Demnach scheint die größte Länge bei 4 Wochen schon erreicht zu sein, um sich nun einige Zeit auf dieser Höhe zu halten. Bemerkenswert scheint, daß die Keimwurzel im Sand etwas kürzer geblieben ist. Schon in der 6. und 7. Woche hatten nicht mehr alle beobachteten Pflanzen ihre Keimwurzel aufzuweisen, in der 8. Woche war sie im Lehmboden überhaupt verschwunden, im Sandboden zum größten Teil und zeigte hier, wo sie vorhanden war, nur mehr eine Durchschnittslänge von 7 cm. Die

[1]) Osvald, „Untersuchungen über die Einwirkung des Grundwassers usw.", Fühlings ldw. Zeitung 1919, Heft 17-18, S. 328.
[2]) Vergl. Fr. Schindler, Handbuch des Getreidebaus, Berlin 1920, S. 22.
[3]) Vergl. Nowacki. Der Getreidebau, S. 17.

9 Wochen alten Pflanzen ergaben, daß die Keimwurzel überall abgestorben war. „Das Wurzelsystem der vollständig entwickelten Gräser besteht demnach ausschließlich aus Nebenwurzeln". Diese Behauptung Osvalds [1]) deckt sich vollständig mit meinen Beobachtungen. Er versteht hier unter Nebenwurzeln alle Wurzeln, die nicht die Verlängerung der Pflanzenachse darstellen. Diese Nebenwurzeln, auch wohl Kronenwurzeln genannt, entwickeln sich sehr rasch und reichlich, wie ein Blick auf die Tabelle zeigt, wo die Zahlen für Anzahl und Länge der Wurzeln 1. Ordnung von Woche zu Woche größer werden. Wir dürfen wegen dieser reichen Entwicklung von Kronenwurzeln den Wiesenschwingel nach Kraus' [2]) Einteilung zu den Intensivwurzlern rechnen.

Die Wurzeln entwickeln sich alle aus den bekannten Knoten des Grashalms und zwar in der Weise, daß aus dem untersten Knoten eines sich neu bildenden Halmes die Wurzeln entspringen, sodaß also jeder neu sich bildende Halm eine Vermehrung der Wurzeln zur Folge hat. Interessant war mir, festzustellen, wieviel Wurzeln in den einzelnen Wachstumsabschnitten auf einen Halm entfielen. Ich habe die Werte erst von der 3. Woche eingesetzt, weil in der 4. Woche erst mehr als 1 Halm auftrat. Man kann also wohl annehmen, daß der eine Halm in der 3. Woche alle zugehörigen Wurzeln ausgebildet hatte.

| Alter der Pflanzen | Anzahl der Wurzeln pro Halm | |
|---|---|---|
| | Lehm | Sand |
| 3 Wochen | 6.6 | 6.7 |
| 4 Wochen | 4.8 | 4.1 |
| 5 Wochen | 3.1 | 3.1 |
| 6 Wochen | 3 6 | 3.6 |
| 7 Wochen | 3.4 | 3.5 |
| 8 Wochen | 3.1 | 3.4 |
| 9 Wochen | 3.7 | 3.8 |
| 10 Wochen | 3.6 | 4.7 |
| 11 Wochen | 4.0 | 5.4 |
| 12 Wochen | 3.8 | 6.2 |
| M — | 4.17 | 4.45 |

Im Durchschnitt kommt auf einen Halm bis zur 12. Lebenswoche bei Lehmboden 4,17, bei Sandboden etwas mehr, nämlich 4,45 Wurzeln 1. Ordnung. Bei den Sandpflanzen sehen wir mit zunehmendem Alter eine deutliche Zunahme der Wurzeln je Halm. Darin kommt wieder die geringere Produktionskraft der Sandwurzel, wie sie auch Spalte 8, Tabelle 3 ausdrückt, zum Vorschein.

Wenn wir die Entwicklung des Wiesenschwingels in den ersten 12 Wochen der Vegetation eingehender verfolgen, so zeigt die Tabelle eine kontinuierliche Vermehrung der Kronenwurzeln, von dem Rückschlag in der 9. Woche für Lehm abgesehen, den ich bereits eingangs erklärt habe. Die Unterschiede zwischen Lehm und Sand sind unbeträchtlich. Hand in Hand mit dieser Zunahme geht die Verlängerung des Wurzelnetzes, wie sie Spalte 3, Tabelle 3 zeigt. Auch hier fällt uns wieder der Rückschlag in Woche 9 auf, der das Ansteigen der Zahlen nicht zu verhindern vermag. Die Länge des Wurzelnetzes nimmt ständig zu. Die weiße Farbe der Wurzeln deutet

[1]) Osvald, „Untersuchungen über die Einwirkung des Grundwasserstandes u. s. w.", Fühlings ldw. Zeitung 1919, Heft 17/18, S. 328.

[2]) Kraus, „Zur Kenntnis der Verbreitung der Wurzeln u. s. w.", Fühlings ldw. Zeitung 1914, Heft 10, S. 341.

ihre Funktionstüchtigkeit an. Die kräftige Ausbildung von Nebenwurzeln, die beobachtet und auf vielen Zeichnungen festgehalten wurde, das vollständige Fehlen abgestorbener Wurzeltriebe, alles das deutet an, daß der Höhepunkt der Entwicklung noch nicht erreicht ist.

Die durchschnittliche Länge einer Kronenwurzel wird durch die Zahlen der Spalte 4 in der Tabelle 3 verdeutlicht. Sie weicht für Sand- und Lehmwurzeln nicht wesentlich ab, abgesehen von einer stärkeren Differenz in Woche 8. Vielleicht ist dies eine Reaktion des stärkeren Blattlausbefalles der Sandpflanzen. Wurzeln bis zu 100 cm, wie sie Jamieson [1]) bei erstjähriger Vegetation fand, sind bis zu einem Alter von 12 Wochen nicht beobachtet. Die längsten Wurzeln, die überhaupt vorgekommen sind, waren wenig über 60 cm lang. Die Reinigung der Kronenwurzeln von ihren Seitenwurzeln von oben nach unten zu den jüngeren Teilen, von der Kraus [2]) spricht, konnte nirgends festgestellt werden. Sie scheint in eine spätere Vegetationsperiode zu fallen. Die Wurzeln waren, wie bereits erwähnt, durchweg ziemlich reichlich mit Seitenwurzeln besetzt; besonders bei den Sandpflanzen, die, im Gegensatz zu den Lehmpflanzen, deren jüngste Wurzelteile fast ganz frei von Nebenwurzeln waren, vielfach an den Wurzelenden eine ganz enorme Verzweigungsart aufwiesen, namentlich diejenigen, die eine größere Länge erreichten.

Obwohl die Unterschiede zwischen Lehm- und Sandpflanzen, was die Anzahl der Kronenwurzeln und ihre Gesamtlänge angeht, nicht erheblich groß sind, so zeigt doch die Spalte 5 für das Gewicht von 1 cm Wurzelwerk und Spalte 6 für das absolute Gewicht deutlich, daß die Sandpflanzen von der 9. Woche ab den Lehmpflanzen bedeutend überlegen sind. Bis zur 6. Woche sind die Unterschiede zwischen diesen beiden Eigenschaften bei Sand- und Lehmpflanzen gering. Dann fallen die Zahlen für Sand ab, wohl infolge des stärkeren Läusebefalls, um von der 9. Woche an, als wieder gesunde Pflanzen zur Verarbeitung kommen, die Lehmpflanzen dauernd zu übertreffen. Der Grund dieser Erscheinungen ist nach den vorausgegangenen Ausführungen unbedingt in der überreichen Ausbildung von Seitenwurzeln bei den Sandpflanzen zu suchen. Trotzdem aber bleiben letztere in der Erzeugung von Blattsubstanz erheblich hinter den Lehmpflanzen zurück, was ebenfalls von der 9. Woche an besonders klar zu Tage tritt, sowohl in den Zahlen für das absolute Gewicht der produzierten Blattmasse, Spalte 7, Tabelle 3 und für die Halmzahl, Spalte 10, als auch für die je g Wurzel produzierte Blattmasse, Spalte 8.

Es zeigt sich hier eine schöne Uebereinstimmung mit den Ergebnissen des Versuchs I. Von der 11. Woche ab ist eine

[1]) Jamieson, Versuch angeführt in Kraus, „Untersuchungen zu den biologischen Grundlagen des Grasbaues", Fühlings ldw. Zeitung 1914, Heft 10, S. 332. Kraus selbst fand in genannten Untersuchungen bei 4 monatl. Wachstum für Wiesenschwingel Wurzeln in geringer Anzahl von 70 cm Länge, in größerer von 53 cm Länge.

[2]) Ebenda, S. 341.

Steigung der Lehmpflanzen zu verminderter Erzeugung von Blattsubstanz zu bemerken, auch für die Sandpflanzen erfahren die diesbezüglichen Zahlen schon von der 8. Woche ab eine Senkung. Doch scheint es mir gefährlich, aus dieser Tatsache weitere Schlüsse auf eine allgemeine Verminderung der Wachstumsenergie bei einem Alter über 12 Wochen zu schließen, obwohl auch die für die 12 Wochen alten in Lehm gezogenen Pflanzen in den Wurzelkästen des Versuchs IV (vergl. die Tabelle 6) gefundenen Werte sich vergleichsweise den hier gefundenen Zahlen nähern. Um hier Klarheit zu schaffen, wäre die fortlaufende Untersuchung während eines längeren Zeitraums als 12 Wochen notwendig. Die letzte Spalte gibt ein Bild der Halmlänge, bei der aber wesentliche Unterschiede nicht festgestellt werden konnten.

III.

Es war nun noch die Frage zu beantworten, ob der Wiesenschwingel schon im Jugendstadium auf eine Düngung reagiert, und wenn, in welchem Ausmaße. Es wurde als Düngung eine N freie Nährlösung gegeben, die alle andern Nährstoffe in gleicher Menge wie in Tollens'scher Lösung enthielt. Das Resultat zeigt uns die Tabelle 4.

Die Unterschiede sind, absolut genommen, da es sich um winzig kleine Pflanzen handelt, sehr gering. In der ersten Woche ist von einer Wirkung der Düngung überhaupt nichts zu bemerken. Die jungen Pflanzen kommen augenscheinlich mit den im Samen vorhandenen Nährstoffen vollständig aus. Ja, es scheint fast, als ob die ungedüngten Pflänzchen anfangs ein besseres Gedeihen zeigten. Doch bereits in der zweiten Woche geraten die ungedüngten Pflänzchen ins Hintertreffen. Die Wurzeln sind jetzt soweit entwickelt, daß sie für die Ernährung der jungen Pflanze ausschlaggebend werden. Sofort zeigt sich ein wenn auch geringer Unterschied zwischen gedüngten und ungedüngten Pflanzen. Der Unterschied ist in der Wurzelmasse noch nicht vorhanden, wohl aber zeigt die Blattmasse der gedüngten Pflanzen eine deutliche Ueberlegenheit, wie ja auch die Bildung von Blattmasse das Primäre ist, der die Ausbildung von Wurzeln folgt. Auch Spalte **7**, Blattmasse je 1 g Wurzel, entscheidet zu Gunsten der gedüngten Pflanzen [1]), trotzdem die erste Woche eine große Ueberlegenheit der ungedüngten Pflanzen aufweist.

Dieses Uebergewicht bleibt, wenn auch in vermindertem Ausmaß, bis zur 4. Woche bestehen. Der Vergleich des Mittels aus den Zahlen der Spalte 7 würde hier irreführend sein; denn die Ueberlegenheit der ungedüngten Wurzel stammt aus der 1.

[1])V ergl. K. Meyer, „Ueber den Einfluß verschieden hohen Wassergehaltes des Bodens in den einzelnen Vegetationsstadien bei verschiedener N Düngung auf die Entwicklung des Göttinger begrannten Square head Winterweizen". Göttingen 1908, S. 24.
Ebenso Polle, Dissertation, Göttingen 1910, S. 22.
Ebenso Tucker und v. Seelhorst, „Der Einfluß, welchen der Wassergehalt und der Einfluß des Bodens usw." Journal f. Landwirtschaft 1898, S. 57 f.

**Tabelle 4**

| Alter der zu vergleichenden Pflanzen | 1 Anzahl der Hauptwurzeln | | 2 Länge der Hauptwurzeln | | 3 Durchschnittl. Länge einer Hauptwurzel | | 4 1 cm Hauptwurzel wiegt incl. Nebenwurzeln | | 5 Gewicht der Wurzelmasse | | 6 Gewicht der Blattmasse | | 7 Blattmasse je 1 g Wurzel | | 8 Halmlänge | | 8 Halmzahl | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | gedüngt | unged. | gedüngt | unged. | gedüngt | unged. | gedüngt | unged. | gedüngt | unged. | gedüngt | unged. | ged. | unged. | ged. | unged. | ged. | unged. |
| | | | cm | cm | cm | cm | mg | mg | g | g | g | g | g | g | cm | cm | | |
| 1 Woche | 2.5 | 2.8 | 8.4 | 9.8 | 3.31 | 3.54 | 0.933 | 0.821 | 0.007 | 0.0076 | 0.0100 | 0.0130 | 1.41 | 1.94 | 4.7 | 5.5 | 1 | 1 |
| 2 Wochen | 4.2 | 4.1 | 18.6 | 17.1 | 4.51 | 4.18 | 1.004 | 1.147 | 0.018 | 0.0190 | 0.0280 | 0.0240 | 1.57 | 1.33 | 7.4 | 9.2 | 1 | 1 |
| 3 Wochen | 5.5 | 4.9 | 25.9 | 26.9 | 4.71 | 5.40 | 1.038 | 0.909 | 0.026 | 0.0230 | 0.0390 | 0.0320 | 1.50 | 1.44 | 10.6 | 10.6 | 1.05 | 1 |
| 4 Wochen | 8.1 | 7.0 | 57.8 | 52.3 | 7.01 | 7.23 | 0.849 | 0.868 | 0.050 | 0.0500 | 0.0960 | 0.0850 | 2.02 | 1.99 | 13.9 | 12.8 | 1.40 | 1.20 |
| Sa. — | 20.3 | 18.8 | 110.7 | 106.1 | 19.54 | 20.35 | 3.824 | 3.745 | 0.101 | 0.0996 | 0.1730 | 0.1540 | 6.50 | 6.70 | 36.5 | 38.1 | 4.45 | 4.20 |
| M. = | 5.0 | 4.7 | 27.6 | 26.5 | 4.88 | 5.08 | 0.956 | 0.936 | 0.0252 | 0.0249 | 0.043 | 0.038 | 1.62 | 1.67 | 9.1 | 9.5 | 1.11 | 1.05 |

| Alter der zu vergleichenden Pflanzen | 10 Anzahl der Wurzeln höherer Ordnung | | 11 Gesamtlänge der Wurzeln höherer Ordnung | | 12 Durchschnittl. Länge einer Wurzel höherer Ordnung | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | gedüngt | ungedüngt | gedüngt | ungedüngt | gedüngt | ungedüngt |
| | | | cm | cm | cm | cm |
| 1 Woche alt | 7.7 | 10.7 | 3.9 | 5.8 | 0.44 | 0.51 |
| 2 Wochen alt | 24.3 | 21.7 | 20.3 | 19.9 | 0.88 | 0.94 |
| Sa. = | 32.0 | 32.4 | 24.2 | 25.7 | 1.32 | 1.45 |
| M. = | 16.0 | 16.2 | 12.1 | 12.8 | 0.66 | 0.72 |

Vegetationswoche, ohne indes anzuhalten. Das Gewicht der Wurzelmasse selbst wird durch die Düngung kaum verändert, wie Spalte 5 zeigt. Es bleibt sich, bis zur 4. Woche einschließlich, ziemlich gleich für beide Versuchsreihen. Bezüglich der Anzahl der Hauptwurzeln und ihrer Gesamtlänge ist von der 2. Woche bis zur Beendigung des Versuchs ein kleines Plus auf Seiten der gedüngten Pflanzen zu verzeichnen. Wenn wir hieraus, sowie aus der Tatsache, daß bis zur 2. Woche eine durchgreifende Verschiedenheit in der Ausbildung von Nebenwurzeln nicht bemerkt wurde, und aus dem Gewicht von 1 cm Hauptwurzel einen Schluß auf die Dicke der Wurzeln ziehen, so scheint die Wurzel der gedüngten Pflanze sich von der der ungedüngten noch nicht zu unterscheiden; doch ist es schwierig, hier eine Behauptung aufzustellen, weil Spalte 4 absolut keine Gesetzmäßigkeit festzustellen gestattet. Immerhin scheint nach Spalte 3 die Durchschnittslänge der ungedüngten Hauptwurzeln beträchtlicher als die der gedüngten. Doch machte sich dieser Unterschied erst von der 3. Wachstumswoche an geltend. Die ungedüngten Pflanzen weisen zwar längere Halme auf, die aber, da ihr Gewicht geringer ist als bei den gedüngten Pflanzen, einen feineren Aufbau haben müssen. Auch hier tritt, ebenso wie bezüglich der Halmzahl, die Ueberlegenheit der gedüngten Pflanzen in der 4. Wachstumswoche in den diesbezüglichen Zahlen zu Tage.

Vielleicht wären die durch eine Düngung hervorgerufenen Unterschiede deutlicher zum Ausdruck gekommen, wenn eine Volldüngung gereicht worden wäre. Trotzdem zeigt der Versuch, dass eine Düngung von den Wiesenschwingelpflänzchen schon in ganz jungem Zustand, von der 2. Lebenswoche ab, ausgenutzt wird. Die Forderung Remy's [1]) nach reichlicher Nahrungszufuhr für junge Gräser, besteht also für Wiesenschwingel, dessen Nahrungsbedarf Remy selbst untersuchte, nach den Ergebnissen des obigen Versuchs, zu Recht. Es müssen hier andere Verhältnisse vorliegen als bei den Getreidesorten, denn Bünger [2]) konnte bei Hafer Unterschiede durch die Düngung erst nach 4 Wochen feststellen. Der sehr viel zartere Organismus des Wiesenschwingels reagiert sichtlich sehr viel früher auf eine Düngung.

## IV.

Bei den angestellten Versuchen waren die inneren Wachstumsfaktoren so weit wie möglich gleichwertig, wurden doch immer wieder gleiche Stämme und Nachkommenschaften der Göttinger Wiesenschwingelzucht verwendet und getrennt verarbeitet. Die Arbeit kann somit in gewissen Grenzen auch die Eigenart dieser Stämme und Nachkommenschaften charakterisieren. Ich muß mich natürlich dabei im Wesentlichen auf die Beurteilung der unterirdischen Teile und ihrer Beziehungen zum Blatteil beschränken. Es lag nicht im Rahmen meiner Arbeit, die eine Wurzelunter-

[1]) Remy, „Ueber den Nahrungsbedarf und die Nahrungsaufnahme einiger Wiesengräser", Fühlings landw. Zeitung, 1910, Heft 1, S. 2 f.
[2]) Bünger, Dissertation, Göttingen 1906, S. 8.

suchung darstellt, auch die oberirdischen Teile eingehend zu untersuchen. Ich verweise hier auf die Arbeit Fischers [1]), der diese Frage für die hier behandelten Stämme gelöst hat.

Um bei der Beurteilung der Nachkommenschaften zu vergleichsfähigen Zahlen zu kommen, habe ich die Durchschnittswerte sämtlicher 49 Versuchsreihen für die Nachkommenschaften getrennt herangezogen und aus ihnen einen Mittelwert gewonnen. Die Streuung konnte bei dieser Handhabung keine Berücksichtigung finden. Doch bietet die große Zahl der Versuchsreihen immerhin die Gewähr dafür, daß die gefundenen Werte brauchbares Zahlenmaterial darstellen. Die Tabelle 5 gibt in Vergleichszahlen im oberen Teil den Wert der einzelnen Nachkommenschaften, im unteren Teil denjenigen der einzelnen Stämme wieder.

Wenn wir den Preis nach der für die Praxis wichtigsten Eigenschaft, nach der Ergiebigkeit an Blattmasse, die ja für den Ertrag ausschlaggebend ist, verteilen, so gebührt er dem Stamm 13, dessen beide Nachkommenschaften den übrigen gegenüber das Feld behaupten. Es folgt Stamm 11, dessen Ertrag an 2. Stelle steht, und zwar ist hier die Nachkommenschaft 33/12 ausschlaggebend gewesen. Stamm 12 bleibt im Blattertrag zurück, er weist mit der Nachkommenschaft 38/10 das ungünstigste Resultat auf. Zwar zeigt Stamm 12 die größte Ausgeglichenheit zwischen den beiden hierhin gehörenden Nachkommenschaften, die sie aber, wie ihre Bezeichnung verrät, der näheren Verwandtschaft verdanken dürften.

Die enge Beziehung zwischen Blattmasse und Wurzelmasse zeigt sich auch hier wieder. Im Großen und Ganzen nehmen die Stämme und Nachkommenschaften wieder dieselbe Rangordnung ein, wie vorhin. Doch ein Fall stört hier die Harmonie. Die Nachkommenschaft 33/12, die im Blattertrag der Nachkommenschaft 42/13 fast gleich war, überholt letztere, was das Gewicht der Wurzelmasse angeht, doch ohne daß dadurch die Rangordnung der Stämme gestört würde. [2])

Aus dem Gesagten erhellt, daß Nachkommenschaft 42/13 je g Wurzel mehr Blattmasse erzeugt hat, wie ja auch die Tabelle Spalte 8 darlegt. Diese Spalte zeigt weiter, daß die ertragbesten Pflanzen nicht immer diejenigen sind, die je Einheit Wurzel die größte Blattmenge produzieren. Denn hier steht die ertragschlechteste Nachkommenschaft wie auch der ertragschlechteste Stamm an erster Stelle. Als Auslesemoment würde sich diese Eigenschaft also nicht eignen. Viel eher scheint dafür die Dicke der Wurzel in Frage zu kommen, wenn wir Spalte 5 dafür einsetzen wollen, was wir hier mit einigem Recht tun können, da ja die Unterschiede im Nebenwurzelreichtum, die durch die verschiedenen Böden hervorgerufen waren und die viel stärker waren, als es diese Eigenschaft als Erbfaktor zuließe, aufgehoben

[1]) W. Fischer. „Variabilitätsstudien bei Wiesenschwingel, ein Beitrag zur Gräserzüchtung„ Göttingen 1923, Dissertation.

[2]) Vergl. W. Fischer, „Variabilitätsstudien usw.", Journal f. Landwirtschaft 1924, S. 180, wo teilweise andere Ergebnisse vorliegen.

**Tabelle 5**

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zucht-bezeich-nung | Anzahl der Haupt-wurzeln | Gesamt-länge der Haupt-wurzeln | Durch-schnittl. Länge einer Haupt-wurzel | Gesamt-länge der Neben-wurzeln | 1 cm Haupt-wurzel wiegt incl. Neben-wurzeln | Gewicht der Wurzel-masse | Gewicht der Blatt-masse | Blatt-masse je 1 g Wurzel | Halm-länge | Halm-zahl | Zahl der Neben-wurzeln | Durch-schnittl. Länge einer Neben-wurzel |
| | | cm | cm | cm | mg | g | g | g | cm | | | |
| 11/31/10 | 14.5 | 202.2 | 9.1 | 44.9 | 1.79 | 0.648 | 1.10 | 2.13 | 20.9 | 3.41 | 12.0 | 0.510 |
| 11/33/12 | 15.0 | 227.5 | 9.6 | 42.1 | 1.95 | 0.779 | 1.21 | 1.95 | 21.4 | 3.76 | 16.2 | 0.626 |
| 12/38/1 | 13.2 | 190.0 | 9.9 | 36.8 | 2.06 | 0.642 | 1.10 | 2.05 | 22.0 | 3.37 | 20.0 | 0.606 |
| 12/38/10 | 13.7 | 199.8 | 9.2 | 35.1 | 1.73 | 0.611 | 1.08 | 2 27 | 20.2 | 3.64 | 14.8 | 0.501 |
| 13/42/13 | 14.3 | 194.6 | 8.8 | 38.7 | 1.98 | 0.700 | 1.22 | 2.15 | 21.6 | 3.39 | 11.6 | 0.517 |
| 13/43/12 | 17.1 | 245.2 | 9.5 | 51.6 | 2.13 | 0.871 | 1.43 | 2.05 | 23.0 | 3.99 | 17.0 | 0.605 |
| Stamm 11 | 14.7 | 214.8 | 9.3 | 43.5 | 1.87 | 0.713 | 1.15 | 2.04 | 21.1 | 3.58 | 14.1 | 0.568 |
| Stamm 12 | 13.4 | 194.9 | 9.5 | 35.9 | 1.89 | 0.626 | 1.09 | 2.16 | 21.1 | 3.50 | 17.4 | 0.553 |
| Stamm 13 | 15.7 | 219.9 | 9.1 | 45.1 | 2.05 | 0.785 | 1.32 | 2.10 | 22.3 | 3.69 | 14.3 | 0.561 |

sind. Die Spalte 4 ist in diesem Falle weniger geeignet, weil ihre Resultate sich auf nur wenige Beobachtungen bei vorwiegend jüngeren Pflanzen stützen. Die Wurzeln der Pflanze 38/1/[1] zeigten eine viel zartere Konstitution als die sämtlichen übrigen. Dasselbe lehrt ein Blick auf die Zahlen für die 12 Wochen alten Lehmpflanzen. Und doch ist das Gewicht je cm Wurzelmasse größer als bei den übrigen Nachkommenschaften. Der Grund kann nur in einer reichlicheren Ausbildung von Nebenwurzeln liegen. Ob hier tatsächlich eine Symplasie oder eine Korrelation zwischen Dicke der Wurzel und Blattertrag, wie ich anzunehmen geneigt bin [1]), vorliegt, bedarf noch besonderer Untersuchungen an einem hierzu geeigneteren Material, als es die vielen Einzelergebnisse mit geringer Individuenzahl meiner Versuche bieten.

Die übrigen Spalten zeigen nichts Auffälliges. Immer wieder kommt die gleiche Rangordnung der Stämme und größtenteils auch der Nachkommenschaften zum Ausdruck. Die Tabelle spricht da für sich.

Daß Unterschiede im Wurzelvermögen der einzelnen Stämme vorhanden sind, ist nach dem Vorstehenden unverkennbar. Wie groß aber ihre praktische Bedeutung ist, bedarf noch weiterer Untersuchung.

Zur Feststellung des Tiefgangs wurde Versuch VI in den Rotmistroff'schen Wurzelkästen durchgeführt. Tabelle 6 gibt Aufschluß über die Ergebnisse. Die Wurzeln wurden im allgemeinen wenig über 60 cm lang. Den größten Tiefgang weist Stamm 11 auf; er hat die meisten Wurzeln über 50 cm lang, dabei steht die Nachkommenschaft 11/31/10 an erster Stelle. Es folgte Stamm 12, hier führt die Nachkommenschaft 12/38/1. Stamm 13 hat überhaupt keine so langen Wurzeln aufzuweisen. Ueberraschenderweise zeigt Stamm 13 seine sonstige Ueberlegenheit in diesem Versuch nicht. Vielleicht ist es eine Folge der geringen Zahl von nur 3 Individuen je Nachkommenschaft, mit der dieser Versuch durchgeführt werden mußte. Diese Pflanzen waren beim Verarbeiten bei allen 6 Nachkommenschaften in kräftiger Entwicklung begriffen. Die Zahl der kurzen Wurzeln ist besonders groß. Es ist deshalb schwer, in diesem Stadium schon ein Bild davon zu gewinnen, ob die Entwicklung der Hauptwurzelmasse mehr flach in der oberen Krume, wie wir das bei den Gräsern im Allgemeinen vorfinden, verläuft, oder ob vielleicht auch Individuen vorkommen, die das Hauptgewicht ihrer Wurzelentwicklung tiefer verlegen. Vielleicht wäre der Versuch ergiebiger gewesen, wenn ich die Winkel, unter denen die Wurzeln verlaufen, zum Vergleich herangezogen hätte. Um aber auf die hier aufgeworfenen Fragen exakt zu antworten, wäre die kontinuierliche Beobachtung einer möglichst großen Zahl von Individuen am Platze.

Immerhin glaube ich, daß die vorliegenden Untersuchungen geeignet sind, das Interesse der Züchter für die Bewurzelungsunterschiede unserer Kulturpflanzen wach zu halten und zu weiteren Arbeiten anzuregen.

[1]) Vergl. Fischer „Variabilitätsstudien usw." Dissert., Göttingen 1923, S. 58.

**Tabelle 6**

# Ergebnisse des Versuchs in den Rotmistroff'schen Wurzelkästen

## Mittelwerte.

am 6. 8. 23 mit 4 Wochen alten Pfl. bepflanzt, ausgewaschen am 24. u. 25. 9. 23.

| Nachkommenschaft | Anzahl der Hauptwurzeln | Gesamtlänge der Hauptwurzeln | Anzahl der Wurzeln bis 10 cm lang | 20 cm lang | 30 cm lang | 40 cm lang | 50 cm lang | über 50 cm lang | Durchschnittl. Länge einer Hauptwurzel | 1 cm Hauptwurzel wiegt frisch | 1 cm Hauptwurzel wiegt trocken | Wurzelgewicht frisch | Wurzelgewicht trocken | Blattgewicht frisch | Blattgewicht trocken | Blattmasse je 1 g Wurzel frisch | Blattmasse je 1 g Wurzel trocken | Halmlänge | Halmzahl |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | cm | | | | | | | cm | mg | mg | g | g | g | g | g | g | cm | |
| 11/31/10 M.= | 99 | 1022 | 23 | 23 | 14 | 9.3 | 6.3 | 2 | 10.2 | 3.77 | 0.65 | 3.93 | 0.69 | 8.08 | 2.04 | 2.10 | 4.20 | 57 | 10.6 |
| m. = | ± 7.56 | ± 84.6 | ± 1.70 | ± 3.40 | ± 1.88 | ± 0.980 | ± 0.273 | ± 0.944 | ± 0.464 | ± 0.322 | ± 0.113 | ± 0.897 | ± 0.158 | ± 1.12 | ± 0.304 | ± 0.194 | ± 0.668 | ± 0.471 | ± 1.24 |
| 11/33/12 M.= | 54 | 497 | 25 | 13 | 7 | 5 | 3.3 | 1 | 9.0 | 2.46 | 0.39 | 1.27 | 0.20 | 3.32 | 0.85 | 2.61 | 4.30 | 48 | 7.6 |
| m. = | ± 2.62 | ± 31.5 | ± 2.68 | ± 0.815 | ± — | ± 0.471 | ± 0.273 | ± 0.471 | ± 0.182 | ± 0.463 | ± 0.0473 | ± 0.288 | ± 0.0331 | ± 0.880 | ± 0.169 | ± 0.327 | ± 0.705 | ± 3.3 | ± 0.72 |
| 12/38/1 M.= | 80 | 984 | 35 | 23 | 14 | 8 | 4.6 | 1.6 | 12.3 | 2.92 | 0.48 | 2.93 | 0.47 | 6.17 | 1.71 | 2.08 | 3.53 | 58 | 8 |
| m. = | ± 1.41 | ± 51.8 | ± 0.577 | ± 0.943 | ± 1.88 | ± 0.944 | ± 0.721 | ± 0.274 | ± 0.757 | ± 0.316 | ± 0.0498 | ± 0.455 | ± 0.0577 | ± 1.07 | ± 0 404 | ± 0 0472 | ± 0.579 | ± 2.86 | ± 1.24 |
| 12/38/10 M.= | 65 | 660 | 32 | 17 | 7.3 | 6 | 3.3 | 0.3 | 9.8 | 2.63 | 0.51 | 1.68 | 0.32 | 4.05 | 1.07 | 2.40 | 3.28 | 44 | 9.3 |
| m. = | ± 0.92 | ± 120 | ± 2.13 | ± 3.67 | ± 1.96 | ± 1.24 | ± 0.514 | ± 0.273 | ± 0.428 | ± 0.151 | ± 0.0637 | ± 0.198 | ± 0.0268 | ± 0.452 | ± 0.123 | ± 0.0935 | ± 0.133 | ± 2.25 | ± 1.96 |
| 13/41/13 M.= | 54 | 501 | 27 | 13 | 6.6 | 5 | 2.6 | — | 8.9 | 3.59 | 0.43 | 1.70 | 0.22 | 4.90 | 0.73 | 3.11 | 3.31 | 45 | 7.3 |
| m. = | ± 1.25 | ± 147 | ± 7.11 | ± 3.26 | ± 0.545 | ± 0.814 | ± 0.982 | — | ± 0.700 | ± 0.451 | ± 0 0270 | ± 0.412 | ± 0.0623 | ± 0.891 | ± 0.207 | ± 0.604 | ± 0.376 | ± 3.02 | ± 1.24 |
| 13/43/12 M.= | 68 | 662 | 32 | 17 | 9.3 | 6.6 | 3.6 | — | 9.6 | 3.21 | 0.38 | 2.13 | 0.25 | 3.60 | 1.01 | 1.75 | 4.17 | 53 | 8.6 |
| m. = | ± 7.56 | ± 88 | ± 2.62 | ± 2.62 | ± 2.12 | ± 1.36 | ± 1.08 | — | ± 0.244 | ± 0.709 | ± 0.0475 | ± 0 297 | ± 0.0309 | ± 0.157 | ± 0.101 | ± 0.167 | ± 0.463 | ± 1.91 | ± 1.09 |

# Lebenslauf.

Am 3. Februar 1896 wurde ich als Tochter des Landwirts Johann Silberkuhl-Schulte und seiner Ehefrau, Wilhelmine, geb. Philipsenburg zu Frohnhausen, Kreis Essen, geboren. Meine früheste Jugend verlebte ich an meinem Geburtsorte. Als ich 5 Jahre alt war, zogen meine Eltern nach Kleve; dort besuchte ich die höhere Mädchenschule bis zur 5. Klasse. Im Herbst 1907 kehrten wir in unsere Heimat zurück, und ich trat in die 5. Klasse der höheren Mädchenschule im Ill. Hagen in Essen ein, blieb dort 1 1/2 Jahr und kam dann auf die Untertertia des Realgymnasiums an der Luisenschule in Essen. Nachdem ich die Obersekundareife in Essen erlangt hatte, beendigte ich meine Schulausbildung in Aachen an dem Realgymnasium der Ursulinen. Die Reifeprüfung bestand ich im Jahre 1915 am Realgymnasium für Knaben in Aachen. Von Ostern 1915 bis Herbst 1916 war ich zu meiner praktischen Ausbildung auf dem Gute Röttgenhof, Kreis Jülich, tätig. Im Winter-Semester 1916/17 studierte ich in Bonn. Den folgenden Sommer über praktizierte ich auf dem Lehrgut Hechendorf am Pilsensee in der Nähe von München, von wo aus ich auch im Winter-Semester 1917/18 die technische Hochschule in München besuchte. Doch nicht lange, denn am 15. November trat ich in den Hilfsdienst ein und kam als Munitionsarbeiterin nach Freising bei München. Eine schwere Erkrankung meiner Mutter rief mich im März 1918 nach Hause, woselbst ich bis Ostern 1919 blieb. Dann bezog ich wieder die technische Hochschule in München, um im September 1919 zu meiner weiteren praktischen Ausbildung nach Ribben, Kreis Sensburg, Ostpreußen, auf die Staatsdomäne Ribbon als Hofbeamtin zu gehen. Dort blieb ich ein Jahr. Im Wintersemester 1920/21 studierte ich in Göttingen und bestand am Ende des Semesters das landwirtschaftliche Vorexamen. Auch im Sommer-Semester blieb ich Göttingen treu. Das Winter-Semester 1921/22 verlebte ich in München an der technischen Hochschule. Dann kehrte ich nach Göttingen zurück, bestand im November 1922 das Staatsexamen, im März 1923 das Saatzuchtinspektorexamen und im Juli 1923 das Tierzuchtinspektorexamen. Nach kurzer Tätigkeit als Lehrkraft an der Frauenschule Selikum, wo ich aushilfsweise den landwirtschaftlichen Unterricht erteilte, kam ich im März 1924 auf das Lehrgut Schorn in Bayern, wo ich jetzt noch bin.

Allen, die mich in meiner Ausbildung und meinen Studien förderten, vor allem Herrn Professor Dr. Tornau, unter dessen Anleitung ich vorliegende Arbeit ausführte, sei für ihr Wohlwollen herzlichst gedankt.

**Maria Silberkuhl-Schulte**

Hartmann & Co., Hannover